

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Gebrauchsmusteranmeldung

**Aktenzeichen:** 295 14 164.6

**Anmeldetag:** 4. September 1995

**Anmelder/Inhaber:** Dipl.-Ing. Alfred Ebbinghaus,  
Aalen/DE

**Bezeichnung:** Ausgeschäumtes Formteil

**IPC:** C 22 C 1/08

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Gebrauchsmusteranmeldung.

München, den 8. Oktober 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Scholz'.

Scholz

### Beschreibung

Die Erfindung betrifft ausgeschäumte Formteile, insbesondere mindestens teilweise hohle Formteile mit ggf. in Form und/oder Größe unterschiedlichen Längs- und/oder Querschnitten mit einer hohlen Außenform und einer Füllung mit einem offen- oder geschlossenzelligen Schaumstoff.

Trägerelemente aus Voll- oder Hohlmaterial, wie Rohre, Stangen, Hohlträger (bspw. mittels des Innenhochdruckumformverfahrens hergestellte Trägerteile für Fahrräder, Autohinterachsen, Abgasrohre etc.) sind für die verschiedensten Anwendungsgebiete bekannt - so für Bauwerke, insbesondere Brücken oder auch Häuser - als stützende und tragende Elemente oder auch für den Bau von Luft - Land- und Wasserfahrzeugen, Regalsysteme u. dgl.

Dabei kann das Außenformteil wie auch die Ausschäumung ein- oder mehrteilig, aus einem oder mehreren Materialien sein.

Sie haben unter anderem den Vorteil, eine leichte aber dennoch gegenüber Belastungen widerstandsfähige Bauweise zu ermöglichen.

Bspw. werden bei Kraftfahrzeugen neuerdings zur Gewichtserparnis wieder Gitterrohrrahmen eingesetzt, um eine besonders leichte, widerstandsfähige und torsionssteife Bauweise zu ermöglichen. Auch bei Flugzeugen, bei denen Gewichtserparnis ein wesentlicher Gesichtspunkt bei der Konstruktion ist, wurde häufig eine Fachwerkbauweise mit hohlen oder massiven Fachwerkstragteilen eingesetzt.

Die bekannten Tragkonstruktionen und -teile waren insofern noch verbesserungsfähig, als es immer erwünscht ist, diese noch widerstandsfähiger - insbesondere mit besserer Knickfestigkeit - herzustellen.

Ferner war es nachteilig, daß für tragende Hohlteile immer

noch hohe Wandstärken verwendet mußten, die zu unerwünscht hohen Gewichten dieses Teils führten - insbesondere, wenn eine erhöhte Knickfestigkeit bzw. Belastbarkeit erwünscht war.

Es ist demgegenüber Aufgabe der Erfindung, leichte Bauteile herzustellen, die gegenüber bekannten Einzelkomponenten bei gleichen oder besseren Belastungseigenschaften leichter und/oder gegenüber Korrosion beständiger sind.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein ausgeschäumtes Formteil, insbesondere mindestens teilweise hohles Formteil mit ggf. in Form und/oder Größe unterschiedlichen Längs- und/oder Querschnitten mit einer hohlen Außenform und einer Füllung mit einem offen- oder geschlossenzelligen Schaumstoff gelöst.

Als hohles Außenformteil können dabei an sich bekannte hohle Formteile, wie nahtlose oder geschweißte Rohre oder andere bekannte Profile eingesetzt werden - es ist aber auch möglich, derartige Formteile speziell herzustellen und entsprechend den Anforderungen auszulegen. Als Material dafür bieten sich Metalle, aber auch Kunststoffe, eingeschlossen Keramiken, an.

Dabei ist es aus Festigkeitsgründen vorteilhaft, wenn der Faserverlauf des Materials der Außenform im wesentlichen parallel zu den Außenkonturen des Formteils verläuft, wie dies bspw. durch die Herstellung des Außenformteils mit dem bekannten IHV-Verfahren möglich ist. Dafür sind dann die entsprechenden, kalt umformbaren Materialien dem Fachmann geläufig.

Es kann dabei günstig sein, daß das Außenformteil mehrere parallel zueinander verlaufende, aufeinanderliegende Schichten gleicher oder unterschiedlicher Materialien aufweist, deren Faserverlauf parallel zueinander ist.

Insbesondere zur Gewichtsersparnis kann das gesamte Bauteil im wesentlichen aus dem gleichen oder unterschiedlichen Leichtmetallen bestehen. Bspw. kann das Leichtmetall Aluminium oder eine Legierung desselben sein, womit auch eine günstige Korrosionsfestigkeit verbunden sein kann.

Es ist möglich und in vielen Anwendungsfällen erwünscht, daß das Bauteil faserverstärkte Werkstoffe aufweist, die bei leichtem Gewicht eine hohe mechanische Belastbarkeit aufweisen.

Das Bauteil kann unterschiedliche Längsschnitte und auch unterschiedliche Querschnitte aufweisen.

Es kann vorteilhaft sein, daß die Einzelkomponenten des ausgeschäumten Formteils aus unterschiedlichen Materialien wie bspw. Metall/Keramik; Metall/Kunststoffschaum; Metallschaum/Kunststoffaußenwand etc. bestehen.

Es kann günstig sein, daß mindestens ein Hohlteil Vertiefungen und/oder eingeformte Öffnungen aufweist.

Ein vorteilhaftes Verfahren zur Herstellung von hohlen Formteilen nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei eine hohle Außenform in an sich bekannter Weise durch Ziehen, Gießen, Extrudieren, Innenhochdruckumformen hergestellt wird und danach mit dem Schaumausgangsmaterial ausgeschäumt wird.

Es ist aber auch möglich, den Schaum getrennt in einer Form auszuschäumen und dann mittels eines Schrumpfverfahrens od. dgl. in das fertige Außenformteil einzubringen, wobei darauf zu achten ist, daß bei den zu erwartenden Betriebsbedingungen keine Auftrennung der Materialien erfolgen wird.

Die Herstellung von Kunststoffschäumen ist üblich und bekannt - die von Metallschäumen neuerdings möglich, wobei bspw. eine Treibmittel/Metallmischung in an sich bekannter Weise in der hohlen Außenform aufgeschäumt wird (s. Studiengesellschaft

Stahlanwendung e.V. Forschung für die Praxis; P 286 -Prospektive Marktstudie zur Anwendung von Stahlschäumen von Dipl.-Ing. Markus Weber, Verlag und Vertriebsgesellschaft mbH, Düsseldorf 1995.)

Der Metallschaum kann bspw. ein Stahl- oder Aluminiumschaum oder irgendein aufgrund der Erfordernisse und des beabsichtigten Einsatzzweckes des Hohlteiles ausgewählt sein.

Bspw. kann es sinnvoll sein, daß die Schaumfüllung eine geschlossenzellige Kunststofffüllung ist, falls damit hauptsächlich eine Vibrationsdämpfung oder Korrosionsverhinderung im Hohlraum bezweckt wird.

Es kann aber auch sinnvoll sein, daß die Schaumfüllung ein Metallschaum ist, falls sie bspw. hohen Temperaturen ausgesetzt werden soll oder das Außenformteil abstützen/stabilisieren soll. Das Ausschäumen des Außenformteils verbessert außerdem das elastische Verhalten der Außenwände sowie die thermische und akustische Isolation.

Ein bevorzugtes Herstellungsverfahren für das erfindungsgemäße Bauteil weist folgende Schritte auf:  
Vorlegen eines Hohlteils, ggf. mit unterschiedlichen Durchmessern;

Einlegen eines Hohlteilabschnitts in eine Form mit einer Erweiterung im Umformbereich;

Anlegen eines Innenhochdrucks an das Rohr, so daß die Rohrwand im Bereich der Formerweiterung erweitert wird;

Herausnehmen des in umgeformten Hohlteils mit Erweiterungen sowie ggf. Einbringen einer Schaumausgangsmischung aus Schaummaterial und Treibmittel in das Hohlteil und Aktivieren des Treibmittels, sodaß der Schaum das Hohlteil ausschäumt.

Es ist aber auch möglich, das Schaumteil getrennt vom

Hohlteil - bspw. in einer Aufschäumform - herzustellen und dann das schwammartige Gebilde in das Hohlteil bspw. durch ein Schrumpfverfahren oder nach thermischem Aufweiten des Hohlteils einzubringen.

Es ist aber auch - je nach dem Material des Schaums, möglich, diesen aus Pulver mit eingelagertem Treibmittel oder auch in fluider Phase in das Hohlteil einzubringen und dann in diesem aufzuschäumen, um eine möglichst gute Anpassung des Schaums an die Form des hohlen Formteils zu ermöglichen.

Unter dem erwähnten Innenhochdruckverfahren oder auch IHV-Verfahren wird hier das Verfahren verstanden, das beispielsweise im Industrieanzeiger Nr. 20 vom 9.3.1984 beschrieben worden ist oder auch in "Metallumformtechnik", Ausgabe 1D/91, Seite 15 ff: A. Ebbinghaus: Präzisionswerkstücke in Leichtbauweise, hergestellt durch Innenhochdruckumformen" oder auch Werkstoff und Betrieb 123 (1990), 3, Seite 241 bis 243: A. Ebbinghaus: "Wirtschaftliches Konstruieren mit innenhochdruckumgeformten Präzisionswerkstücken" oder auch "Werkstoff und Betrieb 122, (1991), 11, (1989), Seite 933 bis 938. Nachfolgend wird zur Vermeidung von Wiederholungen auf deren Offenbarung in vollem Umfang Bezug genommen wird, beschrieben ist. Dieses Verfahren wurde bisher für die Herstellung von verschiedenen geformten Hohlteilen, wie bzw. zur Herstellung von gebauten Nockenwellen zur Befestigung von Nocken an einem Rohr, zur Herstellung von hohlen Nockenwellen, aber auch zur Herstellung von Kraftfahrzeugrahmenteilern eingesetzt.

Überraschenderweise lassen sich durch dieses Innenhochdruckverfahren völlig neuartige hohle Metall-Bauteile, bei denen der Faserverlauf im Bereich der Wände im wesentlichen parallel zur Außenkontur verläuft, ohne daß Ausknickungen oder andere Schwächungen vorliegen, bilden. Diese hohlen Formteile können demzufolge aufgrund der hohen Wandfestigkeit durch den günstigen Faserverlauf sowie die Verstärkung durch die Innenausschäumung in leichter Form als bisher ausgebildet werden und ermöglicht dadurch eine erhebliche

Gewichtersparnis. Es ist auch möglich, für die Außenform laminierte Werkstoffe einzusetzen, sofern sich diese gemeinsam umformen lassen. Lamine können durch geeignete Materialauswahl leichter sein als Vollmaterialien und haben noch dazu den Vorteil, vibrationsdämpfend zu wirken oder auch an den Oberflächen entsprechend den Umgebungsbelastungen (Korrosion durch Säuren etc.) oder aus ästhetischen Gründen (Farbe) andere Schichten aufzuweisen, sodaß ein derartiges Teil noch dazu günstige Schwingungsdämpfungs-eigenschaften besitzt, da die Ausschäumung je nach Material elastisch an den Außenwänden anliegt - also die Materialien weniger durch Schwingungen belastet werden.

Es kann auch ein mehrschichtiges Metallrohr als Ausgangsteil, je nach den Anforderungen an das Material, gewählt werden. Dabei haben mehrschichtige Ausgestaltungen den Vorteil unterschiedlicher Beanspruchbarkeit der Oberflächen des Hohlteils und auch den Vorteil, Schwingungen aller Art schlechter zu leiten, was das Vibrationsverhalten des Hohlteils im Einsatz entscheidend verbessert. Es ist aber auch möglich, einen Metallschaum in einem Kunststoffrohr vorzusehen, insbesondere dann, wenn die Kunststoffaußenschicht aus Korrosionsgründen oder anderen Gründen, bspw. wegen den Schmiereigenschaften des Kunststoffes od. dgl., erwünscht ist.

Vorteilhafte Verwendungen des erfindungsgemäßen Teils sind Land- Luft- und Wasserfahrzeuge, Fahrrad-, Motorrad- sowie Autorahmen, Hoch- und Tiefbau, Gerüste, Regalsysteme, Möbel.

Insbesondere in allen Anwendungsgebieten des Leichtbaus bietet sich seine Verwendung an.

Dadurch, daß erfindungsgemäß weitestgehend abgeschlossene ausgeschäumte Hohlteile als Bauteile eingesetzt werden, ist es möglich, extrem leichte, aber feste und vibrationsgedämpfte Bauteile zu ermöglichen.

Dadurch, daß ein Innenhochdruckumformverfahren eingesetzt

wird, ist es möglich, bereits in einem Formvorgang Erhebungen und Vertiefungen, Öffnungen u. dgl. am Außenhohlteil herzustellen. Dadurch ist es möglich, Nachbehandlungsschritte zu reduzieren.

Als Hohlteile können dabei unterschiedlichste Hohles Außenformteile nämlich Rechteckprofile, Winkelprofile, Rohre, etc. eingesetzt werden.

Es wird somit ein Teil mit einem gegenüber bisherigen Teilen geringerem Gewicht bei gleicher Belastbarkeit oder auch höherer Belastbarkeit bei geringem Gewicht geschaffen, das noch dazu mit hoher Produktionsgenauigkeit bei verminderter Ausschußquote hergestellt werden kann.

Nachfolgend soll die Erfindung näher anhand der beigefügten Zeichnung erläutert werden, in der

Figur 1: Ausschnitt eines erfindungsgemäßen Bauteils schematisch in perspektivischer Darstellung mit einem geschlossenzelligen Schaum;

Fig. 2: das Bauteil nach Fig. 1 im Längsschnitt;

Fig. 3. das Bauteil nach Fig. 1 im Querschnitt entlang der Linie A-A der Fig. 1;

Figur 4. ein erfindungsgemäßes Bauteil mit offenzelligem Schaum im Querschnitt, und

Fig. 5. einen Querschnitt durch ein erfindungsgemäßes Bauteil mit mehrschichtigen Außenwänden.

zeigt.

Wie aus Fig. 1, 2 und 3, die jeweils das gleiche Bauteil (Automobilachsträger aus Aluminiumlegierung) zeigen, ersichtlich, besteht das Bauteil aus einer Außenwand 12 und



der Ausschäumung 14 (beides hier aus Aluminiumlegierung). Das Außenformteil wurde mittels des IHV-Verfahrens dreidimensional geformt, um bspw. als Teil einer Raumlenerachse eingesetzt zu werden.

Es ist zu beachten, daß in die durch das Umformverfahren hergestellten Teile - die Außenwand - Soll-Stauchstellen durch gezielt eingeformte Rillen ausgebildet werden können - bspw. um bei Fahrzeugen im Falle eines Unfalls durch gezielte Verformung Energie aufzunehmen - oder auch Verstärkungsprofile eingearbeitet werden können - bspw. durch das Ausformen von Längsrippen (Fahrgastzelle).

Dabei können die hohlen Außenformteile unterschiedliche Durchmesser über ihre Längserstreckung besitzen, sowie unterschiedliche Querschnitte.

In Fig. 4 ist detailliert eine andere Anwendungsform eines erfindungsgemäßen Teils dargestellt. Es handelt sich hierbei um einen Trägerkörper für Kraftfahrzeugkatalysatoren, der einen offenzelligen Stahlschaum in einem Stahlaußengehäuse aufweist. Bei dieser Ausführungsform entfällt die bei diesen Trägerkörpern allgemein bekannte Problematik der Verbindung zwischen Gehäuse und Trägerkörper sowie das Problem der Herstellung von Gaskanälen, die dann mit dem Katalysator beschichtet werden, völlig, da aufgrund der Tatsache, daß nun erstmals das gleiche Material für Gehäuse und Gasdurchlaßkörper (auch häufig als Wabenkörper bezeichnet) verwendet werden kann, Spannungen im Katalysatorträgerkörper, aufgrund der unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten der für den Trägerkörper verwendeten Materialien, die dessen Lebensdauer bisher einschränkten, vermieden werden können.

In Fig. 5 ist eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Bauteils mit einem gerippten Rohr dargestellt, wobei die mehrwandige Außenform eine Ausschäumung aufweist.

Dabei können die hohlen Außenformteile sowohl aus einem

einzigem Material, bspw. Stahl oder einer Leichtmetalllegierung, bestehen, es ist aber je nach Einsatzverfahren auch möglich, Laminatmaterial, auch kunststoffbeschichtete oder überzogene Rohre/Hohlteile umzuformen, je nach Anwendungszweck.

Durch das Vorsehen entsprechender Schichten ist es möglich, korrosionsbeständigkeit oder auch Farbgebung zu erreichen, ohne daß weitere Arbeitsschritte notwendig sind.

Insbesondere kann durch das Ausschäumen mit geschlossenzelligen Schäumen eine hohe Korrosionsfestigkeit erzielt werden, da durch den geschlossenzelligen Schaum kein korrodierendes Material Zutritt erhält.

Wie bekannt, kann Nachführen von Material entlang der Rohrlängsachsen während des Umformens, bspw. durch bewegliche Formelemente, eine im wesentlichen gleichbleibende Wandstärke in der Außenform erzielt werden, so daß Schwächungen der Wandstärke der Außenform durch die Anformung von Erhebungen zumindest teilweise ausgeglichen werden können, so daß eine Anformung von Erhebungen ohne Schwächung erfolgt.

Somit wird durch die erfindungsgemäße Ausbildung ein widerstandsfähigeres, leichteres Trägermaterial als bisher möglich, geschaffen.

Weitere Ausgestaltungen und Fortentwicklungen sind im Rahmen des Schutzzumfangs der Ansprüche dem Fachmann offensichtlich und der Schutzzumfang ist keineswegs auf die hier beispielhaft aufgeführten Ausführungsformen begrenzt, die lediglich der Erläuterung dienen sollen.

# NEIDL-STIPPLER · KOHLER · SCHROEDER-KOHLER · SCHLOSSER

PATENT- & RECHTSANWÄLT<sup>1</sup>SKANZLEI

Neidl-Stippler & Partner, Rauchstr. 2, D-81679 München

An das  
Deutsche Patentamt  
  
80297 München

PA DR. CORNELIA E. NEIDL-STIPPLER\*  
PA DR. ANTON KOHLER\*  
PA DIPL.CHEM. M. SCHROEDER-KOHLER\*  
RA ELKE SCHLOSSER\*\*

PA Patentanwalt      \* European Patent Attorney  
RA Rechtsanwalt      \*\* Landgericht München I + II  
   Oberlandesgericht München

TELEFON (0 89) 98 29 25 - 0  
TELEFAX (0 89) 98 17 32

RAUCHSTRASSE 2  
D-81679 MÜNCHEN

DATUM / DATE

Neuanmeldung  
Unser Zeichen: EBB0195GM

04.9.1995

ALFRED EBBINGHAUS  
73421 Aalen

-----  
Ausgeschäumtes Formteil  
-----

## Schutzansprüche

1. Ausgeschäumtes Formteil mit ggf. in Form und/oder Größe unterschiedlichen Längs- und/oder Querschnitten mit einem hohlen, ein- oder mehrteiligen Außenformteil (12) und einer Füllung mit einem offen- oder geschlossenzelligen Schaumstoff (14), die den Innenhohlraum des hohlen Außenformteils (12) mindestens teilweise ausfüllt.

2. Formteil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Faserverlauf des Materials des Außenformteils (12) im wesentlichen parallel zu den Außenkonturen verläuft.

3. Formteil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Außenformteil (12) mehrere parallel zueinander verlaufende, aufeinanderliegende Schichten gleicher oder unterschiedlicher Materialien aufweist, deren Faserverlauf parallel zueinander ist.

4. Formteil nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Materialien des Außenformteils (12) eine oder mehrere - ggf. gemeinsam umgeformte - Schichten aus kaltverformbarem Material aufweisen.

5. Formteil nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das kaltverformbare Material ein Metall ist.

6. Formteil nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es mindestens teilweise aus Stahl besteht.

7. Formteil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß es mindestens teilweise aus Leichtmetall, Aluminium, Titan oder einer Legierung derselben ist.

8. Formteil nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es faserverstärkte Werkstoffe im Außenformteil (12) aufweist.

9. Formteil nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaumfüllung (14) ein Kunststoff- oder Metallschaum ist.

10. Formteil, dadurch gekennzeichnet, daß der Metallschaum (14) ein Stahl- oder Aluminiumschaum ist.

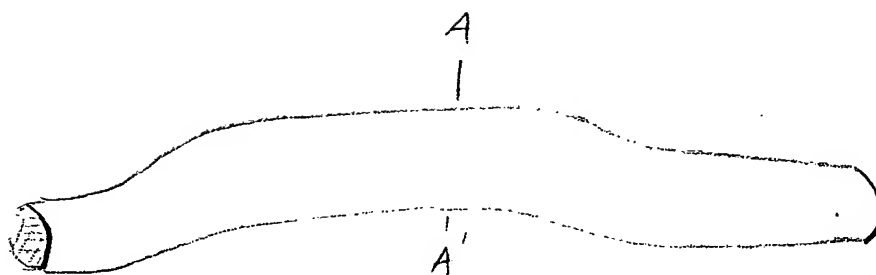


FIG. 1

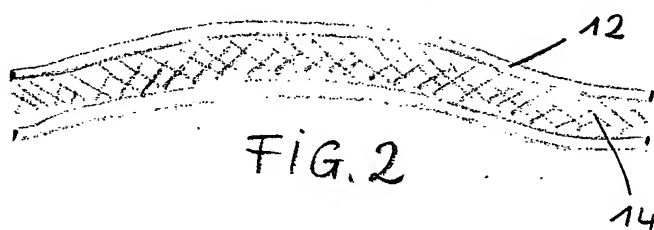


FIG. 2

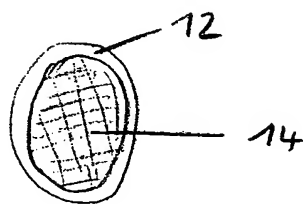


FIG. 3

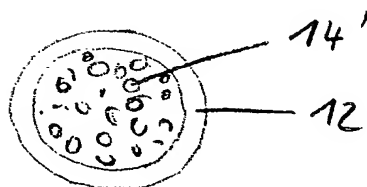


FIG. 4

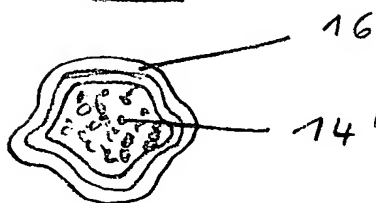


FIG. 5